

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-000378

(43)Date of publication of application : 05.01.1990

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

(21)Application number : 63-066082

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 18.03.1988

(72)Inventor : YOKOTA AKITOSHI
NAKADA YUKIHIKO

(30)Priority

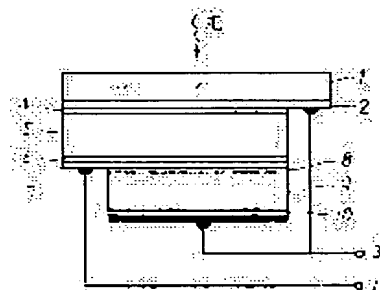
Priority number : 62316863 Priority date : 15.12.1987 Priority country : JP

(54) AMORPHOUS SOLAR CELL

(57)Abstract:

PURPOSE: To inhibit photo-deterioration rate by superposing at least two cells having P-I-N junction structure and connecting the output terminals of the cells in parallel.

CONSTITUTION: A light-transmitting conductive film 2, a P-layer 4, an I-layer 5, an N-layer 6, a light-transmitting conductive film 7, an N-layer 8, an I-layer 9 and a P-layer 10 are laminated successively onto a glass substrate 1. The output terminals of a first cell composed of the P-layer 4, the I-layer 5 and the N-layer 6 and a second cell consisting of the N-layer 8, the I-layer 9 and the P-layer 10 are connected in parallel through electrodes 3, 11. Light is applied from the direction of the arrow toward the glass substrate 1. The cells having each P-I structure are connected in parallel, thus eliminating the need for the equalization of current values generated in respective I-layer. Consequently, the lower I-layer can be thinned. Accordingly, the efficiency of collection of electron holes generated is improved, and the efficiency of collection of electrons-holes is enhanced even when overall I-layer film thickness is made the same as the I-layer film thickness of a normal single-cell.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑭ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-378

⑯ Int. Cl.⁵
H 01 L 31/04

識別記号

庁内整理番号

⑮ 公開 平成2年(1990)1月5日

7522-5F H 01 L 31/04

B

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑯ 発明の名称 非晶質太陽電池

⑰ 特 願 昭63-66082

⑱ 出 願 昭63(1988)3月18日

優先権主張 ⑲ 昭62(1987)12月15日 ⑳ 日本(JP) ㉑ 特願 昭62-316863

㉒ 発 明 者 横 田 晃 敏 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

㉓ 発 明 者 中 田 行 彦 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

㉔ 出 願 人 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

㉕ 代 理 人 弁理士 深見 久郎 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

非晶質太陽電池

2. 特許請求の範囲

p層1層n層の接合構造を有するセルを少なくとも2個重ね合わせ、この重ね合わされた少なくとも2個のセルの出力端を並列接続してなる非晶質太陽電池。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は非晶質太陽電池に関するものであり、特に、高い初期光電変換効率を有し、かつ光劣化率の抑えられた非晶質太陽電池に関するものである。

〔従来の技術〕

一般に、非晶質太陽電池では、単結晶太陽電池に比べて、光の吸収率が大きいため、シリコン層の厚さを薄くできる。また製造工程が簡単である。さらには、作製温度が低いため、製造に要するエネルギーが少ない、等、多くの利点がある。しかし

ながら、電力用太陽電池として実用化するためには、光電変換効率の向上、光劣化の防止等の課題が残されている。上記光劣化防止の対策としては、光劣化をしない1層材料の開発、あるいはタンデム・セルによる構造面からの改良が検討されている。

第10図は従来のシングル・セル構造の非晶質太陽電池の構造図である。第10図において、23はガラス基板であり、該ガラス基板23の上に透明導電膜24-p層26-i層27-n層28を順次形成している。透明導電膜24には電極25が接続され、n層28には電極29が接続されている。光は矢印に示す方向からガラス基板23に向けて照射される。

次に、第11図に、シングル・セル構造の非晶質太陽電池の、AM1、100mW/cm²、8時間光照射を行なった場合の、光劣化率とi層27膜厚との関係を示す。第12図に初期の光電変換効率とi層27膜厚との関係を示す。

第11図より明らかなように、i層27膜厚が

3000Å以下になると、光劣化率は急激に小さくなる。一方、第12図から明らかなように、初期光電変換効率は1層27膜厚が6000Å付近で最大となる。したがって、光劣化率を抑えるためには1層27膜厚を薄くする必要があり、初期光電変換効率を抑えるためには1層27膜厚を厚くする必要があり、両者は矛盾する。

第13図は、従来のタンデム・セル構造の非晶質太陽電池を図示したものである。第13図において、30はガラス基板であり、ガラス基板30の上に透明導電膜31-p層33-i層34-n層35-p層36-i層37-n層38が順次積層され、p i n構造の2個のセルは直列接続され、透明導電膜31には電極32が接続され、n層38には電極39が接続されている。

この従来のタンデム・セル構造では光入射側の上部1層34は約1000Åと薄くできるが、それぞれのp i nが直列接続されているために、上部1層34と下部1層37とで発生する電流値を等しくする必要がある。そのため、高い光電変換

効率を得るためには、下部1層37の膜厚を約5500Åにする必要があった。

第14図は、上部1層34膜厚が約1000Åの場合の、下部1層37膜厚と光劣化率との関係を示すグラフ図である。第15図は上部1層34膜厚が約1000Åの場合の、下部1層37膜厚と初期光電変換効率との関係を示したグラフ図である。これらの図を参照して、上部セルの1層34膜厚は約1000Åと薄いので光劣化を生じないが、下部セルの1層37膜厚を3000Å以上にすると光劣化を生じる。ここで、下部セルへの光入射量は、上部セルで吸収される分があるため、シングル・セルの場合の約半分となっており、したがって下部セルの光劣化率はシングル・セルの約半分となる。そして、タンデム・セルの光劣化率は下部セルの光劣化率により決定されるが、それはシングル・セルの約半分となっている。

つまり、タンデム・セル構造の非晶質太陽電池でも、シングル・セル構造の非晶質太陽電池と同様に、光劣化率を抑えるためには、下部1層37

膜厚を薄くする必要があり、初期光電変換効率を上げるためには下部1層37膜厚を厚くする必要があり、両者は矛盾する。

〔発明が解決しようとする課題〕

以上説明したとおり、従来の非晶質太陽電池では、シングル・セル構造であれ、タンデム・セル構造であれ、初期光電変換効率を保持したまま、光劣化率を抑えるということは困難であった。

この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、高い初期光電変換効率を有し、しかも光劣化率を抑えることのできる、非晶質太陽電池を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

この発明に係る非晶質太陽電池は、p層1層n層の接合構造を有するセルを少なくとも2個重ね合わせ、この重ね合わされた少なくとも2個のセルの出力端を並列接続してなるものである。

そして、その好適な例は、基板上に、p層-i層-n層-透光性導電膜-n層-i層-p層を順次積層し、上記各1層の膜厚を3000Å以下に

制御し、上記p層-i層-n層からなるセルと上記n層-i層-p層からなるセルの出力端を並列接続してなるものである。

〔作用〕

従来のタンデム・セル構造の非晶質太陽電池では、それぞれのp i n構造のセルが直列接続されているために、それぞれのセルの1層で発生する電流値を等しくする必要があった。そのため、下部1層を5500Å程度に厚くする必要があった。しかしながら、上述したとおり、本発明に係る非晶質太陽電池にあつては、各p i n構造のセルが並列に接続されているために、各1層で発生する電流値を等しくする必要はない。したがって、下部1層を薄くすることが可能となる。

また、上記した好適例のように、各1層の膜厚を3000Å以下にした場合には、光劣化を好ましく抑えることができる。一方、この場合、上部1層および下部1層の膜厚の和である全1層膜厚は6000Å程度となり、シングル・セルの1層膜厚と変わらない。さらに、上記各1層の厚さを

好適の3000Å以下にした場合には、第9図に示すバンド図から明らかなように、それぞれのi層の電界の強さは、通常、シングル・セルのi層の電界の強さの約2倍となる。それゆえに、光発生した電子-正孔の収集効率は高くなり、全i層膜厚は通常のシングル・セルのi層膜厚と同じでも、電子-正孔の収集効率は高くなり、 I_{sc} 、 $F.F.$ も増加する。

【実施例】

以下、この発明の実施例を図について説明する。

第1図は、この発明の第1の実施例に係るセルの構造図である。図において、1はガラス基板であり、該ガラス基板1の上に透光性導電膜2-p層4-i層5-n層6-透光性導電膜7-n層8-i層9-p層10を順次積層している。上記p層4-i層5-n層からなる第1のセルと上記n層8-i層9-p層10からなる第2のセルの出力端は、電極3、11を介して並列接続されている。光は矢印の方向からガラス基板1に向けて照射される。第2図は、第1の実施例に係る非晶質

太陽電池を、セル内部で並列接続した場合の構造図である。図において、1はガラス基板であり、該ガラス基板1の上に透光性導電膜2-p層4-i層5-n層7-透光性導電膜7-n層8-i層9-p層10を順次積層している。3'、11'は電極であり、上記p層4-i層5-n層6からなる第1のセルと上記n層8-i層9-p層10からなる第2のセルはこれら電極3、11を介して並列接続されている。

次に、具体例を挙げて、本実施例を説明する。

第1図を参照して、基板1には厚さ1.1mmのガラス板を用いた。透光性導電膜2としては、ITO1800Å、 SnO_2 200Åを蒸着したものを用いた。p層、i層、n層は通常のRFグロー放電法により作製した。また、電極3、11(3'、11')としては、Al3000Åのものを用いた。p層、n層の膜厚はすべて150Åとした。i層膜厚は1000Åから6000Åまで変化させた。

次に、実施例に係る非晶質太陽電池の奏する効

果を説明するために、これらのセルのi層膜厚と光劣化率との関係を第7図に、またi層膜厚と初期光电変換効率との関係を第8図に示す。これらの図から明らかなように、従来のシングル・セルおよびタンデム・セルと異なり、光劣化が抑えられているi層膜厚領域で初期効率が最大値を示し、その値自身も従来セルに比べて大きくなっていることがわかる。実験の結果によると、 $d_i = 2500\text{Å}$ で、 $I_{sc} = 19\text{mA/cm}^2$ 、 $V_{oc} = 0.89\text{V}$ 、 $F.F. = 0.7$ 、 $\eta_A = 11.84\%$ の値が得られた。しかも、 $AM = 1.100\text{mW/cm}^2$ 8時間光照射を行なった場合の光劣化率($1 - \eta_A / \eta_A$)は、ほとんど認められなかった。

なお、上記実施例では基板上にp層-i層-n層-透光性導電膜-n層-i層-p層と順次積層させて構成した非晶質太陽電池について説明したが、この発明はこれに限られるものでなく、基板上にn層-i層-p層-透光性導電膜-p層-i層-n層と順次積層し、この第1のセルと第2の

セルを並列接続してなる非晶質太陽電池であっても実施例と同様の効果を実現する。

第3図はこの発明の第3の実施例のセルの構造図である。図において、1はガラス基板であり、該ガラス基板1の上に透光性導電膜2-p層4-i層5-n層6-透光性導電膜7-n層8-i層9-p層10-透光性導電膜12-p層13-i層14-n層15が順次積層されている。そして、それぞれのセルの出力端が、電極3、16を介して並列接続されている。このように、pin接合構造を有するセルを3個重ね合わせるにより、出力のより大きい非晶質太陽電池が得られ、取出せる電流がより大きくなる。なお、第3の実施例においては、pin接合構造を有するセルを3個重ね合わせる場合について説明したが、この発明はこれに限られるものでなく、さらに1以上のpin接合構造を積層してもよい。

また、上述の実施例では、(pin)(nip)(pin)と重ね合わせる場合について説明したが、(nip)(pin)(nip)と重ね合わせる

せて構成してもよいことは言うまでもない。

第4図は、この発明の第4の実施例のセルの構造図である。図において、1はガラス基板であり、該ガラス基板1の上に透光性導電膜2-p層4-i層5-n層6-透光性導電膜7-透明絶縁膜17-透光性導電膜7-p層10-i層9-n層8が順次積層されている。そして、それぞれのセルの出力端は、電極3、11を介して並列接続されている。この実施例では、各セルが透明絶縁膜17により分離されているので、各セルを逆極性にして積層する必要はない。したがって、この場合、上部pinと下部pinは、(pin)(pin)、(pin)(nip)、(nip)(pin)、(nip)(nip)と自由に組み合わせることができる。

第5図は、この発明の第5の実施例のセルの構造図であり、ガラス基板上に作製したシングル・セルを2枚重ね合わせた構造である。入射光側のシングル・セル50は、ガラス基板1と、該ガラス基板1上に順に積層された、透明導電膜2-p

層10-i層9-n層8-透光性導電膜7とからなる。そして、入射光側のシングル・セル52の透光性導電膜7と他方のシングル・セル53の透光性導電膜7とが互に対向するように、両シングル・セルは重ね合わされている。そして、それぞれのpinは電極3、11によって並列接続されている。このような構成にしても相当の効果が得られる。

なお、第5図および第6図に示す実施例では、2個の素子を重ね合わせた場合について説明したが、この発明はこれに限られるものでなく、3つ以上の素子を重ね合わせて構成してもよいことはもちろんである。ただこの場合、入射光側から最も遠い位置にある電極または基板を除く、他の電極または基板には透明電極または透光性基板を用いる必要がある。

また、第5図および第6図において、これらのシングル・セルを重ね合わせる方法には、単に機械的に重ね合わせる方法、絶縁性樹脂で貼り合わせる方法、または絶縁性シートを介して貼り合わ

せる方法等がある。他方のシングル・セル51はガラス基板1と、該ガラス基板1上に順に積層された透明導電膜2-n層8-i層9-p層10からなっている。そして、他方のシングル・セル51のガラス基板1と入射光側のシングル・セル50の透明導電膜7とが互に対向するように、両シングル・セルは重ね合わされている。そして、それぞれのpinは、電極3、11を介して並列接続されている。このような構成にしても実施例と同様の効果を実現する。

第6図はこの発明の第6の実施例のセル構造図であり、ガラス基板上に作製したシングル・セル(入射光側)と、導電性基板上に作製したシングル・セル等と2枚重ね合わせた構造である。入射光側のシングル・セル52は、ガラス基板1と、該ガラス基板上に順に積層された透光性導電膜2-p層4-i層5-n層6-透光性導電膜7と、からなっている。他方のシングル・セル53は、導電性基板18と、該導電性基板上に順に積層さ

せる方法等がある。

以上、具体的な実施例を挙げてこの発明の非晶質太陽電池について説明したが、この発明はその精神または主要な特徴から逸脱することなく、他の色々な形で実施することができる。それゆえ、前述の実施例はあらゆる点で単なる例示にすぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は、特許請求の範囲によって示すものであって、明細書本文には何ら拘束されない。さらに、特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、すべて本発明の範囲内のものである。

〔発明の効果〕

以上説明したとおり、この発明に係る非晶質太陽電池は、p層i層n層の接合構造を有するセルを少なくとも2個重ね合わせ、この重ね合わされた少なくとも2個のセルの出力端を並列接続してなるものである。したがって、上記各i層で発生する電流値を等しくする必要がない。それゆえに、下部i層を薄くすることが可能となり、高い初期光電変換効率を有し、しかも光劣化率を抑えるこ

とのできる、非晶質太陽電池が得られるという効果を奏する。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例に係る非晶質太陽電池の構造図である。第2図は本発明の第2の実施例に係る非晶質太陽電池の構造図である。第3図はこの発明の第3の実施例に係る非晶質太陽電池の構造図である。第4図はこの発明の第4の実施例に係る非晶質太陽電池の構造図である。第5図はこの発明の第5の実施例に係る非晶質太陽電池の構造図である。第6図はこの発明の第6の実施例に係る非晶質太陽電池の構造図である。第7図は、第1の実施例に係る非晶質太陽電池の1層膜厚と光劣化率との関係を示した図である。第8図は、第1の実施例に係る非晶質太陽電池の1層膜厚と初期光電変換効率との関係を示した図である。第9図は通常シングル・セルと第1の実施例に係る非晶質太陽電池セルとのバンド図の比較を示したものである。第10図は従来のシングル・セル構造の非晶質太陽電池の構造図である。第

11図は従来のシングル・セルの1層膜厚と光劣化率との関係図である。第12図は従来のシングル・セルの1層膜厚と初期光電変換効率との関係図である。第13図は従来のタンデム・セル構造の非晶質太陽電池の構造図である。第14図はタンデム・セルの下部1層膜厚と光劣化率との関係図である。第15図は従来のタンデム・セルの下部1層膜厚と初期光電変換効率との関係図である。

図において、1はガラス基板、2は透光性導電膜、3は電極、4はp層、5はi層、6はn層、7は透光性導電膜、8はn層、9はi層、10はp層、11は電極である。

なお、各図中、同一符号は同一または相当部分を示す。

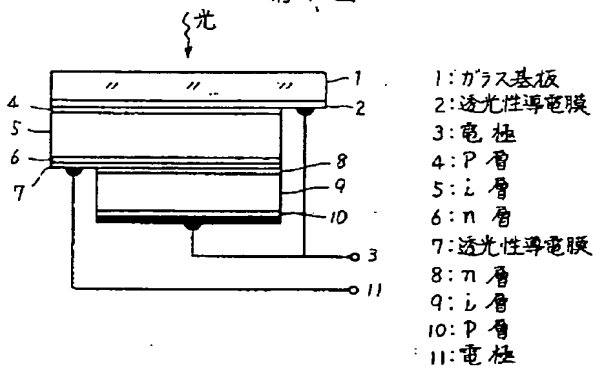
特許出願人 シャープ株式会社

代理人 弁理士 深見久一郎

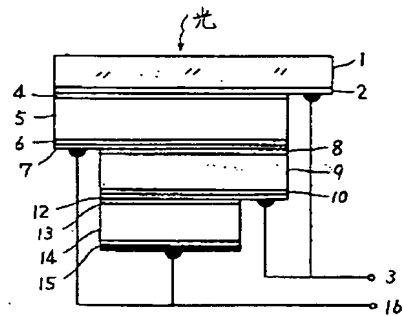


(ほか2名)

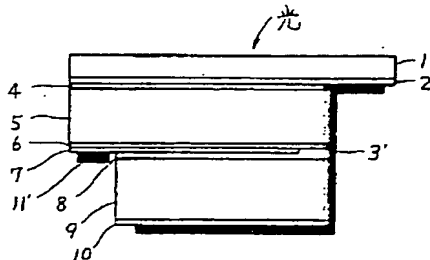
第1図



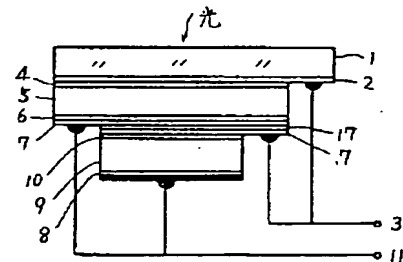
第3図



第2図

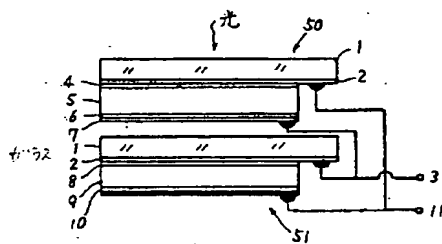


第4図



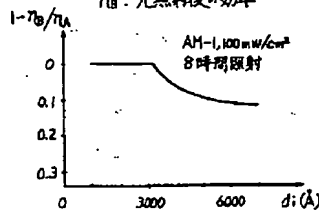
特開平2-378 (6)

第5図



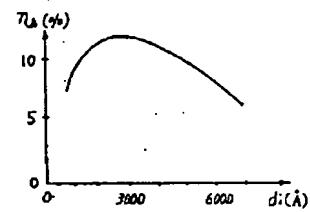
第7図

本発明セルのi層膜厚と
光効率との関係
 η_A : 初期効率
 η_B : 光照射後の効率

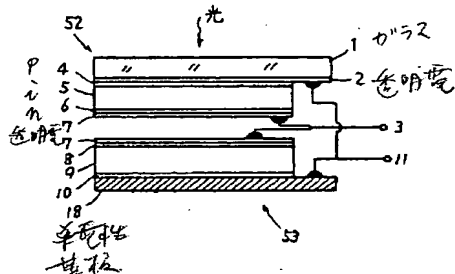


第8図

本発明セルのi層膜厚と
初期効率との関係

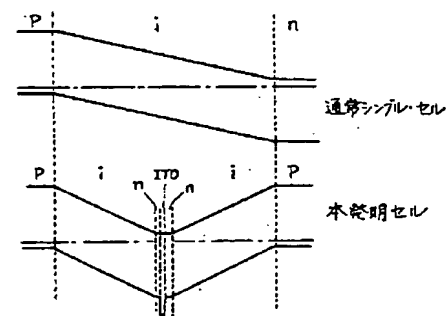


第6図



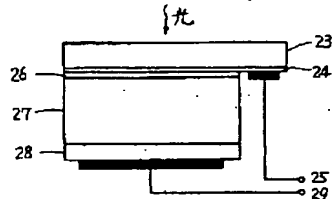
第9図

通常シングルセルと本発明セルとのバンド図の比較



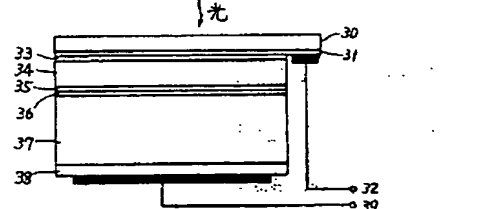
第10図

シングルセル構成図



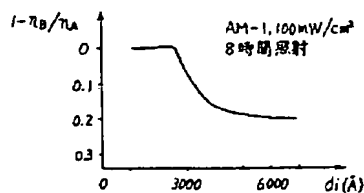
第13図

タンデムセル構成図



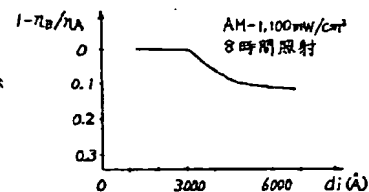
第11図

シングルセルのi層膜厚と
光効率との関係
 η_A : 初期効率
 η_B : 光照射後の効率



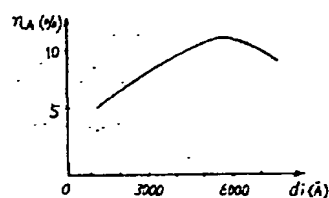
第14図

タンデムセルの下部i層
膜厚と光効率との関係



第12図

シングルセルのi層膜厚と
初期効率との関係



第15図

タンデムセルの下部i層
膜厚と初期効率との関係

